

УТВЕРЖДЕН  
приказом Министерства  
труда и социальной защиты  
Российской Федерации  
от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_\_

# ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

**Инженер-технолог в сфере производства элементов интегральной фотоники**

Регистрационный номер

## Содержание

|  |          |
|--|----------|
| I. Общие сведения  | 2        |
| I.I Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт<br>(функциональная карта вида профессиональной деятельности)   | 3<br>3   |
| III. Характеристика обобщенных трудовых функций  | 7        |
| 3.1 Обобщенная трудовая функция «Моделирование и экспериментальная апробация<br>технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники и<br>фотонных интегральных схем в технологическом модуле организации» ..... | 7<br>7   |
| 3.2 Обобщенная трудовая функция «Планирование, разработка и сопровождение<br>технологических маршрутов и процессов производства элементов интегральной фотоники в<br>технологическом модуле организации» .....                                 | 16<br>16 |
| 3.3 Обобщенная трудовая функция «Планирование и контроль функционирования<br>технологического модуля организации по производству элементов интегральной фотоники» .  | 25<br>25 |
| 3.4 Обобщенная трудовая функция «Метрологическое обеспечение производства элементов<br>интегральной фотоники в технологическом модуле организации» .....   | 33<br>33 |
| 3.5 Обобщенная трудовая функция «Организация проведения исследований в области<br>проектирования и производства элементов интегральной фотоники и внедрения новых<br>технологий производства в организации» .....                              | 41<br>41 |
| IV. Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта   | 51       |

## I Общие сведения

Разработка, внедрение и обеспечение процессов производства элементов интегральной фотоники

(наименование вида профессиональной деятельности)

Код

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Технологическое обеспечение проектирования и внедрения новых технологий производства элементов интегральной фотоники и фотонных интегральных схем, включая сопровождение и модернизацию экспериментального и серийного производства

Группа занятий:

|                         |   |           |  |
|-------------------------|---|-----------|--|
| 1223                    | Руководители подразделений по научным исследованиям и разработкам | 2141      | Инженеры в промышленности и производстве |
| (код ОКЗ <sup>1</sup> ) | (наименование)  | (код ОКЗ) | (наименование)                           |

Отнесение к видам экономической деятельности:

|                           |  |
|---------------------------|--|
| 26.11.3                   | Производство интегральных электронных схем   |
| 71.12.12                  | Разработка проектов промышленных процессов и производств, относящихся к электротехнике, электронной технике, горному делу, химической технологии, машиностроению, а также в области промышленного строительства, системотехники и техники безопасности |
| 72.19.3                   | Научные исследования и разработки в области нанотехнологий   |
| (код ОКВЭД <sup>2</sup> ) | (наименование вида экономической деятельности)   |

**II Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт  
(функциональная карта вида профессиональной деятельности)**

| Обобщенные трудовые функции |  |                      | Трудовые функции   |        |                                   |
|-----------------------------|--|----------------------|--|--------|-----------------------------------|
| код                         | наименование   | уровень квалификации | наименование   | код    | уровень (подуровень) квалификации |
| А                           | Моделирование и экспериментальная апробация технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники и фотонных интегральных схем в технологическом модуле организации | 7                    | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники  | А/01.7 | 7                                 |
|                             |  |                      | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления фотонных интегральных схем (далее - ФИС)                                     | А/02.7 | 7                                 |
|                             |  |                      | Проведение экспериментальной апробации технологических маршрутов и процессов изготовления ФИС, освоение новых видов оборудования, технологической оснастки | А/03.7 | 7                                 |
|                             |  |                      | Планирование и организация работ по запуску, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники                            | А/04.7 | 7                                 |
|                             |  |                      | Разработка и внедрение стандартов организации по серийному производству элементов интегральной фотоники  | А/05.7 | 7                                 |
| В                           | Планирование, разработка и сопровождение технологических маршрутов и процессов производства элементов  | 7                    | Разработка маршрутных технологических и процессных технологических карт по проведению процессов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС         | В/01.7 | 7                                 |

|   |  |   |   |        |   |
|---|--|---|---|--------|---|
|   | интегральной фотоники в технологическом модуле организации   |   | Аттестация и сопровождение маршрута производства элементов интегральной фотоники и ФИС  | В/02.7 | 7 |
|   |  |   | Разработка и экспериментальная проверка технологических процессных блоков (микромаршрутов), объединение их в общий технологический маршрут производства элементов интегральной фотоники | В/03.7 | 7 |
|   |  |   | Планирование и контроль внедрения новых технологических процессов производства элементов интегральной фотоники, включая запуск нового оборудования                                      | В/04.7 | 7 |
| С | Планирование и контроль функционирования технологического модуля организации по производству элементов интегральной фотоники | 7 | Контроль соблюдения технологической дисциплины, инфраструктурных параметров технологического модуля производства элементов интегральной фотоники, машинных характеристик оборудования   | С/01.7 | 7 |
|   |  |   | Параметрический и межоперационный контроль технологических операций производства элементов интегральной фотоники  | С/02.7 | 7 |
|   |  |   | Разработка предложений по модернизации технологического процесса производства элементов интегральной фотоники, технологического оборудования и технологической оснастки                 | С/03.7 | 7 |
|   |  |   | Разработка и реализация мероприятий по предупреждению и устранению причин брака элементов интегральной фотоники   | С/04.7 | 7 |
|   |  |   | Координация деятельности подчиненного персонала (операторов и наладчиков  | С/05.7 | 7 |

|   |   |   |   |        |   |
|---|---|---|---|--------|---|
|   |   |   | технологического оборудования) по группам технологических процессов производства элементов интегральной фотоники  |        |   |
| D | Метрологическое обеспечение производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации   | 7 | Разработка, внедрение и аттестация методик выполнения измерения, испытаний и контроля при производстве элементов интегральной фотоники  | D/01.7 | 7 |
|   |   |   | Поверка, метрологическая аттестация и калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования (далее - КИО), применяемого при производстве элементов интегральной фотоники                         | D/02.7 | 7 |
|   |   |   | Контроль характеристик волноводных слоев и параметров элементов интегральной фотоники и ФИС различного функционала на подложке (пластине), выходной контроль оптических и оптико-электрических параметров ФИС | D/03.7 | 7 |
|   |   |   | Проведение тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники   | D/04.7 | 7 |
| E | Организация проведения исследований в области проектирования и производства элементов интегральной фотоники и внедрения новых технологий производства в организации | 7 | Мониторинг и изучение мировых тенденций развития производства элементов интегральной фотоники   | E/01.7 | 7 |
|   |   |   | Планирование и организация проведения исследовательских, проектных и технологических работ организации по созданию новых элементов интегральной фотоники  | E/02.7 | 7 |
|   |   |   | Координация работ по физическому и технологическому прототипированию элементов интегральной фотоники с  | E/03.7 | 7 |

|  |  |  |  |        |   |
|--|--|--|--|--------|---|
|  |  |  | использованием специализированных программных систем   |        |   |
|  |  |  | Планирование и организация проведения экспериментальных исследований для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники | Е/04.7 | 7 |
|  |  |  | Формирование технологической базы для производства новых элементов интегральной фотоники   | Е/05.7 | 7 |

### III Характеристика обобщенных трудовых функций

#### 3.1 Обобщенная трудовая функция

|              |  |     |   |                      |   |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Моделирование и экспериментальная апробация технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники и фотонных интегральных схем в технологическом модуле организации | Код | А | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|

|   |          |   |                           |               |   |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|   |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|  |  |
|--|--|
| Возможные наименования должностей, профессий | Инженер-технолог I категории (в области производства элементов интегральной фотоники)  |
| Требования к образованию и обучению          | Высшее образование – программы магистратуры  |
| Требования к опыту практической работы       | Не менее двух лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем   |
| Особые условия допуска к работе              | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований) <sup>3</sup>  |
|  | Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда <sup>4</sup>  |
|  | Прохождение обучения мерам пожарной безопасности <sup>5</sup>  |
| Другие характеристики                        | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

#### Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код        | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|------------|--|
| ОКЗ                    | 2141       | Инженеры в промышленности и производстве                             |
| ЕКС <sup>6</sup>       | -          | Инженер-электроник   |
|                        | -          | Инженер-технолог   |
| ОКПДТР <sup>7</sup>    | 22864      | Инженер-электроник   |
|                        | 22854      | Инженер-технолог   |
| ОКСО <sup>8</sup>      | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств                     |
|                        | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |
|                        | 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика   |

|  |            |   |
|--|------------|---|
|  | 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника |
|--|------------|---|

### 3.1.1 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления элементов интегральной фотоники | Код | A/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                    |   |
|--------------------|---|
| Трудовые действия  | Разработка компьютерных моделей базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники   |
|                    | Исследование расчетных зависимостей характеристик формируемых слоев элементов интегральной фотоники от входных параметров базовых технологических операций  |
|                    | Проведение предварительного выбора операционных параметров технологических операций формирования заданного элемента интегральной фотоники для достижения требуемых характеристик  |
|                    | Формирование перечня и последовательности проведения базовых технологических операций, вспомогательных технологических операций и технологических переходов, обеспечивающих формирование заданного элемента интегральной фотоники |
|                    | Компьютерная апробация технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов элемента интегральной фотоники   |
|                    | Объединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления элемента интегральной фотоники   |
|                    | Компьютерная апробация технологического маршрута формирования заданного элемента интегральной фотоники  |
| Необходимые умения | Проектировать компьютерные модели базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники с применением систем автоматизированного проектирования (далее – САПР)  |
|                    | Рассчитывать и анализировать зависимости характеристик формируемых интегральных слоев от входных параметров базовых технологических операций с использованием САПР  |
|                    | Определять с использованием имеющихся моделей оптимальных совокупностей значений параметров технологических операций при формировании элементов интегральной фотоники, обеспечивающих достижения требуемых выходных характеристик |
| Необходимые знания | Возможности средств САПР  |
|                    | Методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники   |
|                    | Принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации  |
|                    | Модели технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                       | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники  |
|                       | Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
|                       | Физические принципы работы элементов интегральной фотоники  |
|                       | Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники   |
|                       | Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники   |
|                       | Технические возможности и номенклатура оборудования на производстве элементов интегральной фотоники   |
|                       | Основные характеристики технологических операций формирования заданного элемента интегральной фотоники  |
|                       | Технический английский язык в области микroeлектроники и фотоники   |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
| Другие характеристики | -   |

### 3.1.2 Трудовая функция

|                                |  |     |                           |                                   |   |
|--------------------------------|--|-----|---------------------------|-----------------------------------|---|
| Наименование                   | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления фотонных интегральных схем (далее - ФИС)   | Код | A/02.7                    | Уровень (подуровень) квалификации | 7   |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал   | X   | Займствовано из оригинала | Код оригинала                     | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия              | <p>Формирование перечня и последовательности проведения базовых технологических операций, вспомогательных технологических операций и технологических переходов, составляющих маршрут изготовления фотонной интегральной схемы</p> <p>Разработка компьютерных моделей базовых технологических операций производственного цикла ФИС, используемых для формирования их электронных и оптических элементов</p> <p>Компьютерное моделирование расчетных зависимостей характеристик формируемых слоев фотонной интегральной схемы от входных параметров базовых технологических операций</p> <p>Проведение предварительного выбора операционных параметров технологических операций, используемых в конкретном маршруте изготовления фотонной интегральной схемы</p> |     |                           |                                   |   |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | Формирование и компьютерное моделирование технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов фотонной интегральной схемы   |
|                    | Объединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления фотонной интегральной схемы  |
|                    | Компьютерная апробация и формирование компьютерного двойника технологического маршрута создания фотонной интегральной схемы   |
| Необходимые умения | Разрабатывать компьютерные модели базовых технологических операций и маршрутов изготовления фотонной интегральной схемы с использованием средств САПР   |
|                    | Осуществлять выбор моделей для численного моделирования процессов формирования основных интегральных элементов интегральной фотоники и проводить оценку параметров интегральной структуры   |
|                    | Рассчитывать зависимости характеристик формируемых слоев и функциональных элементов фотонной интегральной схемы от входных параметров и последовательности проведения технологических операций с использованием средств САПР      |
|                    | Определять с использованием имеющихся моделей оптимальных совокупностей значений параметров технологических операций при формировании элементов интегральной фотоники, обеспечивающих достижения требуемых выходных характеристик |
| Необходимые знания | Методы физико-технологического моделирования  |
|                    | Математический аппарат, высшая математика, математический анализ  |
|                    | Методы статистического анализа  |
|                    | Теория планирования эксперимента и обработки данных   |
|                    | ГОСТ или технические требования на материалы, используемые для производства ФИС   |
|                    | Возможности средств САПР и методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления ФИС  |
|                    | Модели технологических операций и маршрутов изготовления ФИС  |
|                    | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                    | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС   |
|                    | Возможности оборудования на производстве ФИС, основные характеристики технологических операций  |
|                    | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации   |
|                    | Физика твердого тела  |
|                    | Физика фотонных и полупроводниковых наноразмерных приборов  |
|                    | Неорганическая химия, физическая химия  |
|                    | Основы физики наноразмерных пленок  |
|                    | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | -  |

### 3.1.3 Трудовая функция

|              |  |     |        |                                   |   |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Проведение экспериментальной апробации технологических маршрутов и процессов изготовления ФИС, освоение новых видов оборудования, технологической оснастки | Код | A/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение  
трудовой функции

|          |   |                           |               |   |
|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Трудовые действия  | Планирование технологических экспериментов по отработке маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники и разработка соответствующих технологических процессов  |
|                    | Разработка и утверждение экспериментального маршрута и комплекта технологической документации на изготовление элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Разработка методик исследования и анализа параметров формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Проведение экспериментальных исследований на тестовых структурах и пластинах процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Проведение измерений структурных и функциональных параметров элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Сопровождение экспериментальных партий пластин в кристалльном производстве   |
|                    | Проведение экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов изготовления ФИС, новых видов оборудования и технологической оснастки   |
|                    | Разработка базовых технологических процессов формирования элементов интегральной фотоники и внедрение их в производство  |
|                    | Оптимизация параметров технологических процессов формирования элементов интегральной фотоники и внедрение их в производство  |
|                    | Диагностика и определение причин отклонения параметров формируемых структур от заданных  |
| Необходимые умения | Анализировать и сопоставлять результаты моделирования и экспериментальных проверок входных параметров технологических операций и технологических модулей маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
|                    | Работать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием, используемом в кристалльном производстве  |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | Проводить исследования и анализ параметров формируемых структур, элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Производить статистический анализ экспериментальных данных и определять причины отклонения параметров формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС                                   |
|                    | Работать с технологической документацией  |
|                    | Использовать методы и программы статистического анализа результатов экспериментов   |
| Необходимые знания | Методы, маршруты и средства приборно-технологического моделирования технологических процессов, модулей и маршрутов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС                     |
|                    | Мировые достижения в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Методики исследования и анализа параметров и структурных частей формируемых элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и нанофотоники  |
|                    | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации                       |
|                    | Возможности используемых средств САПР   |
|                    | Методы математического моделирования технологических маршрутов изготовления ФИС   |
|                    | Модели технологических операций и маршрутов изготовления ФИС  |
|                    | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов изготовления ФИС  |
|                    | Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС   |
|                    | Методики планирования экспериментов   |
|                    | Методы и программы статистического анализа результатов экспериментов  |
|                    | Технологические режимы работы используемого оборудования  |
|                    | Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами   |
|                    | Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
|                    | Системы менеджмента качества (далее - СМК) конкретных организаций   |
|                    | Операционные технологические, маршрутные технологические и контрольные технологические карты производства элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
|                    | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
| Другие             | -   |

|                |  |
|----------------|--|
| характеристики |  |
|----------------|--|

### 3.1.4 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Планирование и организация работ по запуску, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники | Код | A/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|   |  |
|---|--|
| Трудовые действия   | Определение технических и производственных требований к оборудованию, используемому при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|   | Изучение документации на оборудование для производства элементов интегральной фотоники (инструкции, схемы, регламенты обслуживания)  |
|   | Разработка детального плана и определение последовательности действий при запуске, наладке и аттестации оборудования для производства элементов интегральной фотоники с указанием сроков и ответственных |
|   | Формирование команды специалистов (инженеров, техников, операторов) и назначение ответственного за запуск и наладку оборудования   |
|   | Проведение проверки состояния оборудования для производства элементов интегральной фотоники перед запуском и проверка наличия всех необходимых запасных частей, оснастки и инструментов                  |
|   | Проведение инструктажа для операторов и технического персонала по технике безопасности при работе с новым оборудованием (по решению руководителя организации)  |
|   | Проведение первичного запуска оборудования для производства элементов интегральной фотоники, проверка соответствия паспортным данным его машинных и технологических характеристик                        |
|   | Определение потребности в расходных материалах и запасных частях для обеспечения технологического процесса производства элементов интегральной фотоники  |
|   | Составление и утверждение инструкций по эксплуатации нового оборудования для производства элементов интегральной фотоники и регламентов его обслуживания   |
|   | Разработка тестовых структур для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники   |
| Обеспечение режима работы персонала в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |  |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Необходимые умения    | <p>Проводить анализ режимов работы оборудования для производства элементов интегральной фотоники и определять причины отклонения параметров</p> <p>Работать с технической документацией</p> <p>Осуществлять технологический надзор</p> <p>Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристалльном производстве элементов интегральной фотоники</p> <p>Измерять электрофизические параметры формируемых функциональных и вспомогательных слоев элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Заполнять сопроводительные формы документации в соответствии со стандартами организации</p> <p>Рассчитывать потребление материалов для обеспечения технологического участка производства элементов интегральной фотоники необходимыми материалами и реагентами</p> <p>Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость</p> <p>Разрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники</p>  |
| Необходимые знания    | <p>Аппаратные и технологические режимы работы оборудования для производства элементов интегральной фотоники</p> <p>СМК организации</p> <p>Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами</p> <p>Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами</p> <p>Регламенты контроля и обслуживания оборудования</p> <p>Операционные технологические, маршрутные технологические и контрольные технологические карты производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Методы и программы статистического анализа результатов экспериментов</p> <p>Требования к материально-техническому обеспечению рабочего места соответствующей технологической операции</p> <p>Положения Единой системы технологической подготовки производства</p> <p>Стандарты и каталоги на средства технологического оснащения производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Методики планирования экспериментов</p> <p>Технологические режимы работы используемого оборудования</p> <p>Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p> |
| Другие характеристики | -  |

### 3.1.5 Трудовая функция

|                                |  |     |                           |                                   |   |
|--------------------------------|--|-----|---------------------------|-----------------------------------|---|
| Наименование                   | Разработка и внедрение стандартов организации по серийному производству элементов интегральной фотоники  | Код | A/05.7                    | Уровень (подуровень) квалификации | 7   |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал   | X   | Займствовано из оригинала |                                   |   |
|                                |  |     |                           | Код оригинала                     | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия              | Формирование рабочей группы, состоящей из инженеров по оборудованию, технологов, менеджеров качества, назначение координатора проекта  |     |                           |                                   |   |
|                                | Изучение существующих международных и национальных стандартов в области фотоники и смежных технологий  |     |                           |                                   |   |
|                                | Проведение оценки потребностей потребителей и требований к продукции (элементам интегральной фотоники)   |     |                           |                                   |   |
|                                | Разработка конкретных задач для каждой категории стандартов организации  |     |                           |                                   |   |
|                                | Описание всех этапов производства элементов интегральной фотоники, включая проектирование, изготовление, тестирование и упаковку и подготовка проектов стандартов организации, включая технические условия, методики испытаний и контроля качества |     |                           |                                   |   |
|                                | Апробация разрабатываемых стандартов организации на практике для выявления их недостатков, фиксация результатов апробации, и оценка эффективности предложенных стандартов  |     |                           |                                   |   |
|                                | Обсуждение стандартов организации с представителями всех подразделений организации для получения обратной связи и корректировка стандартов: внесение изменений в стандарты на основе полученной информации   |     |                           |                                   |   |
|                                | Подготовка плана по внедрению стандартов организации в процессы производства элементов интегральной фотоники   |     |                           |                                   |   |
|                                | Проведение технологического инструктажа для сотрудников по стандартам организации (по решению руководителя организации)  |     |                           |                                   |   |
|                                | Подготовка рабочей версии стандартов организации и сопутствующей локальной технической документации  |     |                           |                                   |   |
|                                | Разработка и утверждение процедуры мониторинга соблюдения стандартов организации на всех этапах производства   |     |                           |                                   |   |
|                                | Проведение контрольных мероприятий на соответствие производственных процессов установленным стандартам организации   |     |                           |                                   |   |
|                                | Обновление положений стандартов организации в соответствии с новыми технологиями и изменениями на рынке  |     |                           |                                   |   |
| Необходимые умения             | Планировать, организовывать и контролировать проекты, включая управление ресурсами и сроками   |     |                           |                                   |   |
|                                | Работать в команде, координировать действия различных специалистов   |     |                           |                                   |   |
|                                | Собирать, анализировать и интерпретировать данные, полученные в ходе испытаний и мониторинга   |     |                           |                                   |   |

|  |   |
|--|---|
|  | Выявлять и анализировать причины возникновения проблем при производстве элементов интегральной фотоники и предлагать решения  |
|  | Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией  |
|  | Осваивать новые технологии и методы работы  |
| Необходимые знания   | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации |
|  | Свойства материалов, используемых в производстве элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|  | Специализированное программное обеспечение для проектирования элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|  | Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники  |
|  | Методы контроля качества и системы управления качеством   |
|  | Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами  |
|  | Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду   |
|  | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|  | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники  |
|  | Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС   |
|  | Технические возможности оборудования для производства элементов интегральной фотоники на производстве   |
|  | Основные характеристики технологических операций в производстве элементов интегральной фотоники   |
|  | Технический английский язык в области микroeлектроники и фотоники   |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |   |
| Другие характеристики  | -   |

### 3.2 Обобщенная трудовая функция

|              |  |     |   |                      |   |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Планирование, разработка и сопровождение технологических маршрутов и процессов производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации | Код | В | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|

|   |          |   |                           |               |   |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|   |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|  |  |
|--|--|
| Возможные наименования должностей, профессий | Инженер I категории по внедрению новой техники и технологии кристалльного производства и элементов интегральной фотоники   |
| Требования к образованию и обучению          | Высшее образование – программы магистратуры  |
| Требования к опыту практической работы       | Не менее двух лет в области производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем  |
| Особые условия допуска к работе              | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований)   |
|  | Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда   |
|  | Прохождение обучения мерам пожарной безопасности   |
| Другие характеристики                        | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

#### Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код        | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|------------|--|
| ОКЗ                    | 2141       | Инженеры в промышленности и производстве                             |
| ЕКС                    | -          | Инженер по внедрению новой техники и технологии                      |
|                        | -          | Инженер-проектировщик  |
| ОКПДТР                 | 22854      | Инженер-технолог   |
|                        | 22864      | Инженер-электроник   |
|                        | 22827      | Инженер-проектировщик  |
| ОКСО                   | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств                     |
|                        | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |
|                        | 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика   |
|                        | 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника                              |

### 3.2.1 Трудовая функция

|              |  |     |        |                                   |   |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка маршрутных технологических и процессных технологических карт по проведению процессов изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС | Код | В/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Трудовые действия     | Изучение содержания технологических стандартов организации   |
|                       | Подготовка операционных технологических и маршрутных технологических карт в соответствии со стандартами организации и утвержденным пооперационным маршрутом изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС                               |
|                       | Утверждение документации в соответствии с регламентом организации  |
|                       | Проведение технологического инструктажа для сотрудников по приемам и порядку действий в кристалльном производстве элементов интегральной фотоники и ФИС в соответствии с технологической документацией (по решению руководителя организации) |
| Необходимые умения    | Работать с технологической и нормативной документацией   |
|                       | Пользоваться автоматизированной системой подготовки технической документации для производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией   |
|                       | Осваивать новые технологии и методы работы   |
| Необходимые знания    | Технологические стандарты организации  |
|                       | Автоматизированная система подготовки технической документации организации   |
|                       | Состав, структура и содержание форм технологической документации   |
|                       | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики  |
|                       | Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Базовые экологические нормы для производства элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники   |
|                       | Методы контроля качества и системы управления качеством  |
|                       | Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами   |
|                       | Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду  |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники  |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности   |
| Другие характеристики | -  |

### 3.2.2 Трудовая функция

|                                |  |     |                           |                                   |   |
|--------------------------------|--|-----|---------------------------|-----------------------------------|---|
| Наименование                   | Аттестация и сопровождение маршрута производства элементов интегральной фотоники и ФИС | Код | V/02.7                    | Уровень (подуровень) квалификации | 7   |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал   | X   | Заимствовано из оригинала | Код оригинала                     | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|   |   |
|---|---|
| Трудовые действия   | Разработка и утверждение стандартов и процедур для аттестации маршрута производства элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|   | Подготовка технической документации, включая спецификации, инструкции по эксплуатации и методики испытаний маршрутов производства элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|   | Проведение тренингов для сотрудников, занимающихся производством элементов интегральной фотоники и ФИС и контролем их качества (по решению руководства)   |
|   | Проведение технологического инструктажа для сотрудников по методам работы с оборудованием и технологиями, применяемыми в производстве элементов интегральной фотоники, в соответствии с технологической документацией (по решению руководителя организации) |
|   | Проведение регулярных проверок и тестирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|   | Сопровождение процедур и документации системы управления качеством для обеспечения соответствия параметров продукции установленным требованиям  |
|   | Проверка и калибровка оборудования, используемого для производства и тестирования элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|   | Мониторинг состояния и функциональности технологического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|   | Сбор данных о процессе производства элементов интегральной фотоники и ФИС для его оценки и оптимизации  |
|   | Сбор и оценка статистических данных о разбросе параметров технологических операций и его влиянии на характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|   | Мониторинг параметров процесса производства и тестирования элементов интегральной фотоники и ФИС в реальном времени   |
|   | Разработка и утверждение регламента испытаний готовых изделий на соответствие требованиям   |
|   | Оценка результатов испытаний и статистического анализа и, при необходимости, внесение корректировок в производственный процесс  |
|   | Подготовка отчетности о проведенных испытаниях и регистрация всех изменений в процессе производства   |
| Диагностика и устранение причин отклонений выходных параметров технологических операций |   |
| Необходимые умения  | Работать с технологической и нормативной документацией  |

|                    |  |
|--------------------|--|
|                    | <p>Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Выявлять проблемы при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС, анализировать их причины и предлагать решения</p> <p>Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристалльном производстве элементов интегральной фотоники</p> <p>Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых структур на всех этапах изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Проводить анализ режимов работы оборудования для производства элементов интегральной электроники и ФИС и определять причины отклонения параметров</p> <p>Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость</p> <p>Разрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования</p>   |
| Необходимые знания | <p>Технологические стандарты организации</p> <p>Автоматизированная система подготовки технической документации организации</p> <p>Состав, структура и содержание форм технологической документации</p> <p>Автоматизированная система подготовки технической документации организации</p> <p>Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники</p> <p>Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании ФИС</p> <p>Возможности оборудования на производстве ФИС, основные характеристики технологических операций</p> <p>Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Базовые экологические нормы для производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники</p> <p>Методы контроля качества и системы управления качеством</p> <p>Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами</p> <p>Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду</p> |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники                    |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | -  |

### 3.2.3 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка и экспериментальная проверка технологических процессных блоков (микромаршрутов), объединение их в общий технологический маршрут производства элементов интегральной фотоники | Код | V/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                   |  |
|-------------------|--|
| Трудовые действия | Формирование технического задания и плана проведения экспериментальных работ по разработке процессных блоков и производству элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                   | Параметрические исследования и оптимизация базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники в соответствии с техническим заданием   |
|                   | Определение процессного состава технологических блоков и последовательности проведения технологических операций, вспомогательных технологических операций и технологических переходов, обеспечивающей формирование фрагментов или элементов интегральной фотоники с требуемыми топологическими и физико-химическими характеристиками |
|                   | Экспериментальная апробация технологических процессных блоков (микро-маршрутов) изготовления фрагментов элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                   | Проведение исследований топологических, физико-химических и оптических характеристик фрагментов элементов интегральной фотоники  |
|                   | Оценка результатов измерений и выявление причин возможных отклонений характеристик фрагментов элементов интегральной фотоники от заданных  |
|                   | Коррекция операционных параметров технологических операций и параметров микромаршрута формирования фрагментов элементов интегральной фотоники для достижения требуемых характеристик   |
|                   | Объединение технологических процессных блоков (микро-маршрутов) в общий маршрут изготовления элемента интегральной фотоники и/или ФИС  |
|                   | Экспериментальная апробация технологического маршрута формирования заданного элемента интегральной фотоники и/или ФИС  |

|                    |  |
|--------------------|--|
|                    | <p>Проведение измерений функциональных характеристик элемента интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Оценка причин отклонений параметров технологических и функциональных характеристик формируемых элементов интегральной фотоники</p> <p>Коррекция технологического маршрута формирования элементов интегральной фотоники и/или ФИС</p> <p>Внесение изменений в технологическую документацию по процессам изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p>   |
| Необходимые умения | <p>Планировать экспериментальные работы по разработке процессных блоков и производству элементов интегральной фотоники и ФИС и оценивать их трудоемкость</p> <p>Работать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием, имеющимся в кристалльном производстве элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых слоев и структур на каждом технологическом этапе изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Проводить анализ режимов работы оборудования для производства элементов интегральной фотоники и определять причины отклонения параметров</p> <p>Разрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Работать с технологической и нормативной документацией</p> <p>Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Выявлять технологические проблемы производства элементов интегральной фотоники, анализировать их причины и предлагать решения</p> |
| Необходимые знания | <p>Технические характеристики элементов интегральной фотоники, ФИС и их фрагментов</p> <p>Основные параметры технологических операций и базового маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Возможности технологического и аналитического оборудования, имеющегося в организации и предлагаемого производителями для производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p>   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду      |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники                    |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |
| Другие характеристики | -  |

### 3.2.4 Трудовая функция

|              |  |     |        |                                   |   |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Планирование и контроль внедрения новых технологических процессов производства элементов интегральной фотоники, включая запуск нового оборудования | Код | В/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                    |   |
|--------------------|---|
| Трудовые действия  | Подготовка рекомендаций по изменению технологического маршрута производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС, формирование перечня необходимого для этого технологического и аналитического оборудования   |
|                    | Формирование и утверждение плана закупок или модернизации оборудования или оснастки для производства элементов интегральной фотоники  |
|                    | Согласование с поставщиками технических характеристик технологического или аналитического оборудования и технологической оснастки, а также вспомогательных и расходных материалов   |
|                    | Определение и согласование целей и задач проведения экспериментальных технологических работ по разработке технологических процессов и технологических модулей производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС с использованием нового оборудования |
|                    | Проведение тестового запуска и аттестации нового оборудования для производства элементов интегральной фотоники  |
|                    | Сбор и оценка статистических данных о влиянии операционных параметров новых технологических процессов на функциональные характеристики элементов интегральной фотоники и/или ФИС или их фрагментов  |
|                    | Контроль и оценка полноты выполнения трудовых функций операторов и наладчиков (по решению руководителя организации)   |
| Необходимые умения | Проводить анализ режимов работы оборудования и определять причины отклонения параметров   |
|                    | Выявлять технологические проблемы производства элементов интегральной фотоники, анализировать их причины и предлагать решения   |
|                    | Определять экономическую целесообразность и риски внедрения нового  |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | технологического оборудования и технологий производства элементов интегральной фотоники   |
|                    | Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость  |
|                    | Работать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием   |
|                    | Осуществлять контроль и производить измерения параметров формируемых слоев и структур на каждом технологическом этапе изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС                  |
|                    | Разрабатывать тестовые структуры для аттестации технологических операций и оборудования для производства элементов интегральной фотоники  |
|                    | Работать с технологической и нормативной документацией  |
|                    | Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Работать с конкурсной документацией, готовить информацию для подготовки контрактов на закупку оборудования, оснастки и материалов для производства элементов интегральной фотоники        |
| Необходимые знания | Особенности различных технологий формирования слоев материалов, и структур, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Возможности технологического и аналитического оборудования, имеющегося в организации и предлагаемого производителями для производства элементов интегральной фотоники и ФИС               |
|                    | Технические характеристики элементов интегральной фотоники, ФИС и их фрагментов   |
|                    | Основные параметры технологических операций и базового маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики                     |
|                    | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                    | Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами   |
|                    | Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
|                    | Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду   |
|                    | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
|                    | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Другие характеристики | - |
|-----------------------|---|

### 3.3 Обобщенная трудовая функция

|              |  |     |   |                      |   |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Планирование и контроль функционирования технологического модуля организации по производству элементов интегральной фотоники | Код | С | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|---|----------------------|---|

|   |          |   |                           |               |   |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|   |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|  |   |
|--|---|
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер-технолог кристалльного производства элементов интегральной фотоники |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению    | Высшее образование – программы магистратуры  |
| Требования к опыту практической работы | Не менее трех лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем   |
| Особые условия допуска к работе        | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований)   |
|  | Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда   |
|  | Прохождение обучения мерам пожарной безопасности   |
| Другие характеристики                  | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

#### Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код        | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|------------|--|
| ОКЗ                    | 2141       | Инженеры в промышленности и производстве                             |
| ЕКС                    | -          | Инженер-технолог   |
| ОКПДТР                 | 22854      | Инженер-технолог   |
| ОКСО                   | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств                     |
|                        | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |
|                        | 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика   |
|                        | 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника                              |

#### 3.3.1 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Контроль соблюдения технологической дисциплины, инфраструктурных параметров технологического модуля производства элементов интегральной фотоники, машинных характеристик оборудования | Код | C/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение трудовой функции

|          |   |                           |               |   |
|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                    |   |
|--------------------|---|
| Трудовые действия  | Мониторинг соблюдения требований технологических стандартов организации по обеспечению производственного цикла изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Контроль за выполнением операторами, наладчиками и вспомогательным персоналом операторов правил выполнения технологических, контрольных операций и вспомогательных действий, включая транспортировку и хранение транспортировки рабочих партий пластин в соответствии с действующей технологической документацией |
|                    | Мониторинг параметров чистого производственного помещения, зон обслуживания оборудования и вспомогательных помещений  |
|                    | Контроль за проведением регламентного обслуживания технологического и аналитического оборудования, используемого в производственном цикле изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Контроль за стабильностью характеристик используемых энергоносителей и материалов   |
| Необходимые умения | Работать с нормативной и технологической документацией  |
|                    | Производить статистический анализ экспериментальных данных и определять причины отклонения параметров технологического модуля производства элементов интегральной фотоники, машинных характеристик оборудования   |
|                    | Осуществлять технологический надзор за производственным циклом изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Использовать оборудование для производства элементов интегральной фотоники в соответствии с технологической и эксплуатационной документацией  |
|                    | Выявлять технологические проблемы производства элементов интегральной фотоники, анализировать их причины и предлагать решения   |
|                    | Проводить анализ режимов работы энергетического и технологического оборудования организации для производства элементов интегральной фотоники и определять причины отклонения параметров   |
|                    | Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления и статистического анализа производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
| Необходимые знания | Технологические стандарты организации   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Автоматизированная система подготовки технической документации организации  |
|                       | Состав, структура и содержание форм технологической документации  |
|                       | Автоматизированная система подготовки технической документации организации  |
|                       | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Состав, принцип работы используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики |
|                       | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                       | Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Базовые экологические нормы для производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники  |
|                       | Методы контроля качества и системы управления качеством   |
|                       | Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанных с производственными процессами  |
|                       | Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду   |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
|                       | Методы анализа и контроля режимов работы энергетического и технологического оборудования организации  |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
| Другие характеристики | -   |

### 3.3.2 Трудовая функция

|                                |  |   |                           |               |   |   |
|--------------------------------|--|---|---------------------------|---------------|---|---|
| Наименование                   | Параметрический и межоперационный контроль технологических операций производства элементов интегральной фотоники |   | Код                       | C/02.7        | Уровень (подуровень) квалификации                 | 7 |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал   | X | Заимствовано из оригинала |               |   |   |
|                                |  |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |   |

|  |   |
|--|---|
| Трудовые действия  | Статистический анализ выходных параметров технологических операций  |
|  | Мониторинг работы персонала кристалльного производства по выполнению ими требований технологической документации по проведению процессов, осуществлению контрольных операций, транспортировке и хранению партий пластин |
|  | Мониторинг условий эксплуатации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|  | Определение и устранение причин отклонения параметров технологических операций от заданных  |
|  | Выявление и установление причин возникновения брака элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|  | Разработка, согласование и реализация мероприятий по устранению причин технологического и параметрического разброса при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС  |
| Необходимые умения   | Измерять параметры формируемых слоев и фрагментов элементов интегральной фотоники   |
|  | Производить статистический анализ и определять причины отклонения параметров технологических операций производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|  | Осуществлять технологический надзор производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|  | Работать с конструкторской и технологической документацией  |
|  | Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристалльном производстве элементов интегральной фотоники  |
|  | Выявлять и анализировать различные виды и причины возникновения производственного брака   |
|  | Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных  |
|  | Проводить анализ режимов работы энергетического и технологического оборудования организации и определять причины отклонения параметров  |
|  | Выявлять технологические проблемы, анализировать их причины и предлагать решения  |
| Пользоваться действующей в организации автоматизированной системой управления и статистического анализа производства элементов интегральной фотоники и ФИС |   |
| Необходимые знания   | Состав, структура и содержание форм технологической документации  |
|  | Автоматизированная система управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС, действующая в организации  |
|  | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|  | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|  | Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики   |
|  | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами   |
|                       | Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
|                       | Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
| Другие характеристики | -   |

### 3.3.3 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка предложений по модернизации технологического процесса производства элементов интегральной фотоники, технологического оборудования и технологической оснастки | Код | C/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |                                     |                           |                          |   |
|--------------------------------|----------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | <input checked="" type="checkbox"/> | Заимствовано из оригинала | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>                          |
|                                |          |                                     |                           | Код оригинала            | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                   |   |
|-------------------|---|
| Трудовые действия | Выявление отклонений функциональных характеристик элементов интегральной фотоники, ФИС и их фрагментов  |
|                   | Составление рекомендаций по изменению технологического маршрута изделия, внедрению нового или модернизации действующего оборудования  |
|                   | Формулирование технических требований к функциональным характеристикам модернизируемого действующего или закупаемого нового технологического, аналитического и вспомогательного оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС, а также необходимой технологической оснастки с учетом технологичности и минимизации затрат на производство продукции |
|                   | Исследование влияния используемых расходных материалов и энергоносителей на качество выпускаемых изделий  |
|                   | Составление и обоснование требований к изменению параметров используемых в производстве расходных материалов и энергоносителей  |
|                   | Изучение предложений поставщиков оборудования   |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | Согласование с производителями и поставщиками технических характеристик используемых материалов, энергоносителей, технологического оборудования и технологической оснастки  |
| Необходимые умения | Измерять функциональные параметры формируемых слоев, фрагментов и готовых элементов интегральной фотоники   |
|                    | Анализировать технологический маршрут и выявлять проблемы, приводящие к отклонениям параметров изделия, браку, уменьшению процента выхода годных изделий или снижению общей производительности производства                             |
|                    | Производить статистический анализ и определять причины отклонения от заданных функциональных параметров фрагментов и готовых элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Осуществлять технологический надзор за производством элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Работать с конструкторской и технологической документацией  |
|                    | Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристалльном производстве элементов интегральной фотоники  |
|                    | Выявлять различные виды и причины возникновения производственного брака   |
|                    | Производить анализ технических и технологических параметров технологического и аналитического оборудования, технологической и вспомогательной оснастки, а также используемых расходных материалов и энергоносителей                     |
|                    | Разрабатывать технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов   |
|                    | Анализировать технические предложения и проекты поставщиков на оборудование, технологическую оснастку, материалы, энергоносители, средства автоматизации на соответствие требованиям производства элементов интегральной фотоники и ФИС |
|                    | Готовить технико-экономическое обоснование целесообразности модернизации реализуемого технологического процесса производства элементов интегральной фотоники, технологического оборудования и технологической оснастки                  |
| Необходимые знания | Научный и технологический уровень производства элементов интегральной фотоники и ФИС на предприятиях Российской Федерации и в мире  |
|                    | Основные производители и поставщики технологического, аналитического оборудования, расходных материалов и технологической оснастки  |
|                    | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики   |
|                    | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                    | Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники        |
|                       | Методы контроля качества и системы управления качеством   |
|                       | Нормативы потребления расходных материалов для изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
|                       | Принципы устойчивого производства и минимизации воздействия на окружающую среду                   |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники                                 |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности              |
| Другие характеристики | -   |

### 3.3.4 Трудовая функция

|                                |  |     |                           |                                   |   |
|--------------------------------|--|-----|---------------------------|-----------------------------------|---|
| Наименование                   | Разработка и реализация мероприятий по предупреждению и устранению причин брака элементов интегральной фотоники  | Код | C/04.7                    | Уровень (подуровень) квалификации | 7   |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал   | X   | Заимствовано из оригинала | Код оригинала                     | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия              | Статистический анализ отклонений входных и выходных параметров технологических и вспомогательных операций, а также функциональных характеристик элементов интегральной фотоники, ФИС и их фрагментов               |     |                           |                                   |   |
|                                | Формирование экспертной группы инженеров-технологов для анализа возможных причин появления брака   |     |                           |                                   |   |
|                                | Разработка перечня организационных мероприятий для превентивного выявления причин отклонений параметров производственного процесса   |     |                           |                                   |   |
|                                | Согласование и проведение при необходимости экспериментальных исследований для выявления возможных причин брака элементов интегральной фотоники  |     |                           |                                   |   |
|                                | Подготовка рекомендаций по устранению причин отклонения параметров технологического процесса от заданных, внесение изменений в производственные регламенты, технологическую документацию и технологический процесс |     |                           |                                   |   |
|                                | Разработка тестовых структур для контроля технологических операций и оборудования  |     |                           |                                   |   |
| Необходимые умения             | Проводить анализ и определять причины отклонения параметров технологического процесса от заданных  |     |                           |                                   |   |
|                                | Разрабатывать рекомендации по устранению причин сбоя оборудования  |     |                           |                                   |   |
|                                | Работать с конструкторской и технологической документацией   |     |                           |                                   |   |
|                                | Работать с контрольно-измерительным оборудованием, применяемым в кристалльном производстве элементов интегральной фотоники   |     |                           |                                   |   |
|                                | Выявлять и анализировать организационные и технологические причины возникновения брака   |     |                           |                                   |   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | Измерять параметры формируемых слоев и конструктивных элементов  |
|                       | Производить анализ режимов технологического процесса и определять причины отклонения параметров  |
|                       | Планировать процессы организации сбора и обобщения статистических данных   |
|                       | Разрабатывать и оформлять технические предложения по устранению брака  |
|                       | Работать с технологическим и контрольно-измерительным оборудованием, используемом в кристалльном производстве  |
|                       | Разрабатывать методики исследования и анализа параметров формируемых структур, элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Анализировать и сопоставлять результаты моделирования и экспериментальных проверок входных параметров технологических операций и технологических модулей маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС |
| Необходимые знания    | Автоматизированная система управления производством элементов интегральной фотоники и ФИС, действующая в организации   |
|                       | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Состав и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и его базовые характеристики                               |
|                       | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники  |
|                       | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Методы и программы статистического анализа   |
|                       | Технологические режимы работы используемого оборудования   |
|                       | СМК организации  |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники  |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности   |
| Другие характеристики | -  |

### 3.3.5 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Координация деятельности подчиненного персонала (операторов и наладчиков технологического оборудования) по группам технологических процессов производства элементов интегральной фотоники | Код | C/05.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение трудовой функции

|          |   |                           |  |  |
|----------|---|---------------------------|--|--|
| Оригинал | X | Займствовано из оригинала |  |  |
|----------|---|---------------------------|--|--|

|  | Код оригинала   | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|--|---|---|
| Трудовые действия  | Контроль и оценка полноты выполнения трудовых функций подчиненного персонала, работающего на технологическом и аналитическом оборудовании   |   |
|  | Планирование и организация мероприятий по повышению квалификации подчиненного персонала   |   |
|  | Составление сменных заданий подчиненному персоналу и контроль за их выполнением   |   |
| Необходимые умения   | Работать на технологическом и аналитическом оборудовании для производства элементов интегральной фотоники в соответствии с требованиями паспортной и технологической документации |   |
|  | Формулировать производственные задачи подчиненному персоналу  |   |
|  | Оказывать подчиненному персоналу помощь в изучении технологических схем и документации  |   |
|  | Вести работы с соблюдением требований охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности   |   |
| Необходимые знания   | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС  |   |
|  | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |   |
|  | Состав используемого в организации технологического и аналитического оборудования для производства элементов интегральной фотоники и ФИС и его базовые характеристики             |   |
|  | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |   |
|  | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |   |
|  | Основные свойства материалов, используемых при производстве элементов интегральной фотоники и ФИС   |   |
|  | Базовые экологические нормы для производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |   |
|  | Международные и национальные стандарты производства и контроля качества в области фотоники  |   |
|  | Методы контроля качества и системы управления качеством   |   |
|  | Стандарты безопасности труда и охраны окружающей среды, связанные с производственными процессами  |   |
|  | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |   |
| Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности |   |   |
| Другие характеристики  | -   |   |

### 3.4 Обобщенная трудовая функция

|              |   |     |   |                      |   |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Метрологическое обеспечение производства элементов интегральной фотоники в технологическом модуле организации | Код | D | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|

|   |          |   |                           |               |   |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|   |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|  |  |
|--|--|
| Возможные наименования должностей, профессий | Ведущий инженер (по метрологическому обеспечению кристалльного производства элементов интегральной фотоники) |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению    | Высшее образование – программы магистратуры  |
| Требования к опыту практической работы | Не менее трех лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем   |
| Особые условия допуска к работе        | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований)   |
|  | Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда   |
|  | Прохождение обучения мерам пожарной безопасности   |
| Другие характеристики                  | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

#### Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код        | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|------------|--|
| ОКЗ                    | 2141       | Инженеры в промышленности и производстве                             |
| ЕКС                    | -          | Инженер по метрологии  |
| ОКПДТР                 | 22602      | Инженер по метрологии  |
| ОКСО                   | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств                     |
|                        | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |
|                        | 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика   |
|                        | 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника                              |

#### 3.4.1 Трудовая функция

|              |  |     |        |                                   |   |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Разработка, внедрение и аттестация методик выполнения измерения, испытаний и контроля при производстве элементов интегральной фотоники | Код | D/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|--|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                    |   |
|--------------------|---|
| Трудовые действия  | Разработка методик проведения измерений, испытаний и контроля характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов   |
|                    | Апробация, аттестация и утверждение локальными актами организации методик проведения измерений, испытаний и контроля характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов при производстве элементов интегральной фотоники   |
|                    | Разработка тестовых структур  |
| Необходимые умения | Разрабатывать методики калибровки аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов  |
|                    | Эксплуатировать аналитическое оборудование, используемое в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов в соответствии с утвержденными методиками  |
|                    | Рассчитывать погрешности результатов измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов  |
|                    | Готовить аналитические отчёты по результатам измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов  |
| Необходимые знания | Нормативные документы, регламентирующие процедуры измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов и калибровки аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов   |
|                    | Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов  |
|                    | Методики калибровки аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов  |
|                    | Методы расчета погрешностей результатов измерений   |
|                    | Форма и регламент составления аналитических отчетов по результатам измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, утвержденные в организации  |
|                    | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                    | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                    | Состав, виды оборудования и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования и его технические характеристики  |
|                    | Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники   |
|                    | Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения методов и средств измерений, применяемых в области интегральной фотоники (растровой электронной, просвечивающей электронной, атомно-силовой, туннельной, оптической ближнего поля, магнитно-силовой, оже-электронной, ионной микроскопий; электронно-зондового рентгеноспектрального анализа, рентгенофотоэлектронной спектроскопии, оже-электронной спектроскопии, масс-спектрометрии вторичных ионов, локального рентгенофлуоресцентного анализа, |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | рентгенофлуоресцентного анализа с полным внешним отражением, электронографии, дифракции медленных электронов, малоуглового рентгеновского рассеяния, рентгеновской рефлектометрии; комбинационного рассеяния света, эллипсометрии, динамического светорассеяния, люминесцентной спектроскопии, ИК-фурье-спектроскопии) |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники  |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности   |
| Другие характеристики | -  |

### 3.4.2 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Поверка, метрологическая аттестация и калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования (далее - КИО), применяемого при производстве элементов интегральной фотоники | Код | D/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Займствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Трудовые действия  | Калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов в соответствии с методиками, утвержденными в организации   |
|                    | Формирование заявки и организация при необходимости поверки и метрологической аттестации контрольно-измерительного и испытательного оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, во внешних аккредитованных организациях |
|                    | Составление и отслеживание план-графика поверки и метрологической аттестации контрольно-измерительного и испытательного оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, во внешних аккредитованных организациях             |
|                    | Разработка тестовых структур   |
| Необходимые умения | Разрабатывать методики калибровки средств измерений, применяемых при изготовлении элементов интегральной фотоники, ФИС или их фрагментов   |
|                    | Эксплуатировать измерительное оборудование, применяемое в области производства элементов интегральной фотоники, ФИС  |
|                    | Применять методики калибровки средств измерений, утвержденные в организации  |
|                    | Рассчитывать погрешности результатов измерений   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | <p>Формировать заявку на поверку и метрологическую аттестацию контрольно-измерительного и испытательного оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, во внешних аккредитованных организациях</p> <p>Готовить аналитический отчет по результатам калибровки средств измерений, применяемых при изготовлении элементов интегральной фотоники, ФИС или их фрагментов</p>  |
| Необходимые знания    | <p>Нормативные документы, регламентирующие процедуры измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов и калибровки аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов</p> <p>Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов</p> <p>Методики калибровки аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов</p> <p>Методы расчета погрешностей результатов измерений</p> <p>Форму и регламент составления аналитических отчетов по результатам измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, утвержденные в организации</p> <p>Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Состав и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования и его базовые характеристики</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники</p> <p>Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p> |
| Другие характеристики | -   |

### 3.4.3 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Контроль характеристик волноводных слоев и параметров элементов интегральной фотоники и ФИС различного функционала на подложке (пластине), выходной контроль оптических и оптико-электрических параметров ФИС | Код | D/03.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

Происхождение  
трудовой функции

|          |   |                              |  |  |
|----------|---|------------------------------|--|--|
| Оригинал | X | Заимствовано<br>из оригинала |  |  |
|----------|---|------------------------------|--|--|

|                    | Код оригинала   | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|--------------------|---|---|
| Трудовые действия  | Измерение параметров слоев, промежуточных структур и элементов интегральной фотоники и ФИС различного функционала на различных этапах их изготовления на подложке   |   |
|                    | Проведение выходного контроля оптических и оптико-электрических параметров ФИС  |   |
|                    | Эксплуатация контрольно-измерительного оборудования, используемого в организации, для измерения характеристик элементов интегральной фотоники, их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС в соответствии с утвержденными в организации методиками                            |   |
|                    | Расчёт погрешностей результатов измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС в соответствии с утвержденными в организации методиками   |   |
|                    | Подготовка аналитических отчётов по результатам измерения характеристик элементов интегральной фотоники, их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС  |   |
| Необходимые умения | Эксплуатировать измерительное оборудование, применяемое в области производства элементов интегральной фотоники, ФИС   |   |
|                    | Проводить выходной контроль оптических и оптико-электрических параметров ФИС  |   |
|                    | Готовить аналитические отчёты по результатам измерения характеристик элементов интегральной фотоники, их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС   |   |
|                    | Рассчитывать погрешности результатов измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, а также оптических и оптико-электрических параметров ФИС в соответствии с утвержденными в организации методиками  |   |
| Необходимые знания | Нормативные документы, регламентирующие процедуры измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов и калибровки аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов |   |
|                    | Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения аналитического оборудования, используемого в кристалльном производстве организации для измерения характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов  |   |
|                    | Формы и регламенты составления аналитических отчетов, утвержденных в организации  |   |
|                    | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации   |   |
|                    | Физические принципы работы элементов интегральной фотоники  |   |
|                    | Методы расчета погрешностей результатов измерений   |   |
|                    | Форму и регламент составления аналитических отчетов по результатам измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, утвержденные в организации  |   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Состав и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования и его базовые характеристики   |
|                       | Базовые технологические процессы и маршруты наноэлектроники и интегральной фотоники   |
|                       | Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами   |
|                       | Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
| Другие характеристики | -   |

### 3.4.4 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Проведение тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники | Код | D/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                   |   |
|-------------------|---|
| Трудовые действия | Подготовка образцов элементов интегральной фотоники для проведения тестирования и испытаний   |
|                   | Проверка качества и целостности образцов перед началом процедур тестирования и испытаний образцов элементов интегральной фотоники                   |
|                   | Выбор методов и настройка инструментов для тестирования образцов элементов интегральной фотоники (спектроскопия, интерферометрия, измерение потерь) |
|                   | Подготовка и калибровка измерительных приборов (лазеры, детекторы, оптические волокна)  |
|                   | Подготовка и настройка оптической схемы для проведения экспериментов по тестированию и испытаниям элементов интегральной фотоники                   |
|                   | Разработка протоколов испытаний элементов интегральной фотоники, включая параметры и условия тестирования   |
|                   | Выполнение экспериментальных измерений элементов интегральной фотоники согласно разработанным протоколам и методикам                                |

|                    |  |
|--------------------|--|
|                    | Сбор и обработка статистических данных о характеристиках элементов интегральной фотоники (коэффициент передачи, длина волны, эффективность)  |
|                    | Обработка полученных данных тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники с использованием программного обеспечения для анализа полученных результатов  |
|                    | Сравнение полученных результатов тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники с заданными спецификациями и стандартами   |
|                    | Оформление отчетов о проведенных испытаниях элементов интегральной фотоники, включая графики, таблицы и выводы   |
|                    | Подготовка рекомендаций по улучшению характеристик элементов интегральной фотоники на основе полученных данных   |
| Необходимые умения | Выбирать необходимый инструментарий для тестирования элементов интегральной фотоники (спектроскопия, интерферометрия, измерение потерь)  |
|                    | Проводить калибровку измерительных приборов (лазеры, детекторы, оптические волокна), применяемых для тестирования и испытаний элементов интегральных схем  |
|                    | Разрабатывать и настраивать оптические схемы для проведения экспериментов по тестированию и испытаниям элементов интегральной фотоники   |
|                    | Разрабатывать протоколы испытаний элементов интегральной фотоники, включая параметры и условия тестирования  |
|                    | Проводить экспериментальные измерения характеристик элементов интегральной фотоники согласно разработанным протоколам и методикам  |
|                    | Проводить статистический анализ данных о характеристиках элементов интегральной фотоники (коэффициента передачи, длины волны, эффективности)   |
|                    | Проводить анализ данных тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники с использованием программного обеспечения   |
|                    | Оформлять отчеты о проведенных испытаниях элементов интегральной фотоники, включая подготовку графиков, таблиц и выводов   |
| Необходимые знания | Нормативные документы, регламентирующие процедуры тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники, калибровки аналитического оборудования, используемого в организации для процедуры тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники |
|                    | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики, квантовой оптики, оптических методов обработки информации  |
|                    | Физические принципы работы элементов интегральной фотоники   |
|                    | Физические принципы работы, область применения и принципиальные ограничения аналитического оборудования, используемого в организации для процедуры тестирования и испытаний элементов интегральной фотоники  |
|                    | Формы и регламенты составления аналитических отчетов, утвержденных в организации   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Методы расчета погрешностей результатов измерений характеристик элементов интегральной фотоники   |
|                       | Форма и регламент составления аналитических отчетов по результатам измерений характеристик элементов интегральной фотоники или их фрагментов, утвержденные в организации                  |
|                       | Технические характеристики элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Основные параметры технологических операций и маршрута изготовления элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Состав и правила эксплуатации используемого в организации технологического и аналитического оборудования и его базовые характеристики   |
|                       | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                       | Регламент работы и правила поведения в чистом производственном помещении для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами   |
|                       | Регламенты и стандарты организации по технике безопасности, вакуумной гигиене и чистым производственным помещениям для производства интегральных схем с наноразмерными проектными нормами |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
| Другие характеристики | -   |

### 3.5 Обобщенная трудовая функция

|              |   |     |   |                      |   |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Организация проведения исследований в области проектирования и производства элементов интегральной фотоники и внедрения новых технологий производства в организации | Код | Е | Уровень квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|

|   |          |   |                           |               |   |
|---|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение обобщенной трудовой функции | Оригинал | Х | Заимствовано из оригинала |               |   |
|   |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|  |  |
|--|--|
| Возможные наименования должностей, профессий | Начальник технологического отдела (кристалльного производства элементов интегральной фотоники)<br>Главный технолог |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
| Требования к образованию и обучению    | Высшее образование – программы магистратуры  |
| Требования к опыту практической работы | Не менее пяти лет в области проектирования или производства наноразмерных полупроводниковых приборов и интегральных схем, наличие научных публикаций или патентов в данной области |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Особые условия допуска к работе | Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований)   |
|                                 | Прохождение обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда   |
|                                 | Прохождение обучения мерам пожарной безопасности   |
| Другие характеристики           | Рекомендуется дополнительное профессиональное образование - программы повышения квалификации в области, соответствующей виду профессиональной деятельности, не реже одного раза в три года |

#### Дополнительные характеристики

| Наименование документа | Код        | Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности |
|------------------------|------------|--|
| ОКЗ                    | 1223       | Руководители подразделений по научным исследованиям и разработкам    |
| ЕКС                    | -          | Главный технолог   |
|                        | -          | Начальник технологического отдела                                    |
| ОКПДТР                 | 22854      | Инженер-технолог   |
|                        | 21011      | Главный технолог проекта   |
| ОКСО                   | 2.11.04.03 | Конструирование и технология электронных средств                     |
|                        | 2.11.04.04 | Электроника и наноэлектроника  |
|                        | 2.12.04.03 | Фотоника и оптоинформатика   |
|                        | 2.28.04.01 | Нанотехнологии и микросистемная техника                              |

#### 3.5.1 Трудовая функция

|              |   |     |        |                                   |   |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование | Мониторинг и изучение мировых тенденций развития производства элементов интегральной фотоники | Код | Е/01.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
|--------------|---|-----|--------|-----------------------------------|---|

|                                |          |   |                           |               |   |
|--------------------------------|----------|---|---------------------------|---------------|---|
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Займствовано из оригинала |               |   |
|                                |          |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |

|                   |  |
|-------------------|--|
| Трудовые действия | Определение перечня научно-технических журналов, патентных баз данных, в которых публикуются результаты новейших исследований в области разработки и производства элементов интегральной фотоники, подлежащих регулярному анализу сотрудниками организации |
|                   | Составление аналитических отчетов по результатам изучения литературных источников  |
|                   | Представление докладов на научно-технологических семинарах и тематических конференциях   |
|                   | Подготовка предложений по направлениям перспективных исследований и разработок в организации   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Необходимые умения    | Анализировать содержание научно-технических публикаций в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и делать обобщающие выводы   |
|                       | Составлять аналитические отчеты по результатам изучения литературных источников   |
|                       | Публично выступать с докладами на научно-технологических семинарах и тематических конференциях  |
| Необходимые знания    | Принципы организации и проведения научных исследований  |
|                       | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики  |
|                       | Уровень и содержание исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления элементов интегральной фотоники  |
|                       | Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники  |
|                       | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                       | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
|                       | Физические принципы работы элементов интегральной фотоники  |
|                       | Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
| Другие характеристики | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
|                       | -   |

### 3.5.2 Трудовая функция

|                                |   |                           |        |                                   |   |
|--------------------------------|---|---------------------------|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование                   | Планирование и организация проведения исследовательских, проектных и технологических работ организации по созданию новых элементов интегральной фотоники  | Код                       | Е/02.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7   |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал <input checked="" type="checkbox"/>  | Заемствовано из оригинала |        | Код оригинала                     | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия              | <p>Формулирование основных целей исследования и разработки элементов интегральной фотоники</p> <p>Установление конкретных задач, которые необходимо решить для достижения поставленных целей для разработки элементов интегральной фотоники</p> |                           |        |                                   |   |

|                    |  |
|--------------------|--|
|                    | Проведение обзорного исследования текущих достижений в области интегральной фотоники   |
|                    | Изучение патентов, публикаций и научных работ для выявления актуальных тенденций развития интегральной фотоники  |
|                    | Подбор для целей исследования специалистов с необходимыми компетенциями (физики, инженеры, технологи, программисты)  |
|                    | Определение ролей и обязанностей участников команды  |
|                    | Создание детализированного плана проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники с указанием сроков выполнения задач, этапов и промежуточных результатов   |
|                    | Определение контрольных точек для мониторинга прогресса в реализации проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники                                       |
|                    | Определение необходимых ресурсов (финансовых, материальных, человеческих) для реализации проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники                   |
|                    | Составление бюджета проекта и планирование закупок оборудования и материалов для проектов по созданию новых элементов интегральной фотоники                          |
|                    | Разработка методов и подходов для проведения исследований (экспериментальные, теоретические, численные) по созданию новых элементов интегральной фотоники            |
|                    | Определение критериев оценки успешности разработки новых элементов интегральной фотоники   |
|                    | Поиск потенциальных партнеров для совместных исследований (университеты, научные институты, промышленные компании) по созданию новых элементов интегральной фотоники |
|                    | Оформление проектной документации, включая технические задания, планы работ и отчеты   |
|                    | Установление системы мониторинга хода выполнения проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники   |
|                    | Контроль хода выполнения проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники и выбор способов решения возникающих проблем                                      |
|                    | Планирование этапов тестирования разработанных элементов интегральной фотоники   |
|                    | Определение условий для последующего внедрения новых технологий по созданию элементов интегральной фотоники в производство   |
| Необходимые умения | Владеть научным методом, включая формулирование гипотез, проведение экспериментов и анализ данных  |
|                    | Разрабатывать прототипы фотонных устройств   |
|                    | Анализировать содержание научно-технических публикаций в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и делать обобщающие выводы                |
|                    | Управлять научным коллективом  |
|                    | Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость   |
|                    | Планировать, организовывать и контролировать проекты по созданию новых элементов интегральной фотоники, включая управление ресурсами и сроками                       |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Работать в команде, координировать действия различных специалистов  |
|                       | Собирать, анализировать и интерпретировать данные, полученные в ходе испытаний и мониторинга проекта по созданию новых элементов интегральной фотоники  |
|                       | Выявлять проблемы, анализировать их причины и предлагать решения  |
|                       | Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией  |
| Необходимые знания    | <p>Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики</p> <p>Основные принципы фотоники, включая взаимодействие света с материей, оптические явления и квантовая механика</p> <p>Оптические системы, линзы, дифракция и интерференция света</p> <p>Свойства материалов, используемых в фотонике (полупроводники, оптические волокна)</p> <p>Принципы работы с электронными схемами и компонентами, необходимыми для интеграции фотонных устройств</p> <p>Принципы организации и проведения научных исследований</p> <p>Уровень и содержание исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления элементов интегральной фотоники</p> <p>Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники</p> <p>Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов</p> <p>Физические принципы работы элементов интегральной фотоники</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p> |
| Другие характеристики | -   |

### 3.5.3 Трудовая функция

|                                |   |     |                           |                                   |   |
|--------------------------------|---|-----|---------------------------|-----------------------------------|---|
| Наименование                   | Координация работ по физическому и технологическому прототипированию элементов интегральной фотоники с использованием специализированных программных систем | Код | Е/03.7                    | Уровень (подуровень) квалификации | 7 |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал  | X   | Займствовано из оригинала |                                   |   |

|   | Код оригинала   | Регистрационный номер профессионального стандарта |
|---|---|---|
| Трудовые действия   | Определение целей и задач проекта: формулирование целей прототипирования, ожидаемых результатов и описание ключевых этапов  |   |
|   | Разработка графика выполнения работ   |   |
|   | Оценка потребностей проекта: определение, какие специализированные программные системы будут необходимы   |   |
|   | Настройка программного обеспечения: установка и конфигурация программных систем в соответствии с требованиями проекта   |   |
|   | Взаимодействие с командой проекта и заинтересованными сторонами для сбора, изучения и фиксации требований к прототипу   |   |
|   | Использование специализированного программного обеспечения для разработки 3D-моделей и симуляций элементов интегральной фотоники  |   |
|   | Выполнение необходимых расчетов (оптических, электрических) для оптимизации дизайна элементов интегральной фотоники   |   |
|   | Распределение задач членам команды проекта в зависимости от их компетенций  |   |
|   | Организация изготовления прототипа элементов интегральной фотоники  |   |
|   | Разработка экспериментального маршрута изготовления прототипа   |   |
|   | Запуск и сопровождение экспериментальных партий   |   |
|   | Разработка плана и проведение тестирования прототипов для проверки их функциональности и соответствия требованиям технического задания  |   |
| Составление промежуточных и итоговых отчетов о ходе работ |   |   |
| Необходимые умения  | Анализировать содержание научно-технических публикаций в области разработки и производства элементов интегральной фотоники и делать обобщающие выводы                                   |   |
|   | Управлять научным коллективом   |   |
|   | Планировать экспериментальные работы и оценивать их трудоемкость  |   |
|   | Планировать, организовывать и контролировать проекты по физическому и технологическому прототипированию элементов интегральной фотоники, включая управление ресурсами и сроками         |   |
|   | Работать в команде, координировать действия различных специалистов  |   |
|   | Собирать, анализировать и интерпретировать данные, полученные в ходе испытаний и мониторинга проекта по физическому и технологическому прототипированию элементов интегральной фотоники |   |
|   | Выявлять проблемы, анализировать их причины и предлагать решения  |   |
|   | Представлять результаты работы и обосновывать предложения перед аудиторией  |   |
| Необходимые знания  | Основные принципы фотоники, включая взаимодействие света с материей, оптические явления и квантовую механику  |   |
|   | Оптические системы, линзы, дифракция и интерференция света  |   |
|   | Свойства материалов, используемых в фотонике (полупроводники, оптические волокна)   |   |
|   | Основы работы с электронными схемами и компонентами, необходимыми для интеграции фотонных устройств   |   |
|   | Принципы организации и проведения научных исследований  |   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Уровень и содержание исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления элементов интегральной фотоники  |
|                       | Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники  |
|                       | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                       | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
|                       | Физические принципы работы элементов интегральной фотоники  |
|                       | Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
| Другие характеристики | -   |

### 3.5.4 Трудовая функция

|                                |   |                           |        |                                   |   |
|--------------------------------|---|---------------------------|--------|-----------------------------------|---|
| Наименование                   | Планирование и организация проведения экспериментальных исследований для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники  | Код                       | Е/04.7 | Уровень (подуровень) квалификации | 7   |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал <input checked="" type="checkbox"/>  | Заимствовано из оригинала |        | Код оригинала                     | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| Трудовые действия              | Подготовка технических заданий выполнения экспериментальных работ, согласование и утверждение порядка взаимодействия со смежными подразделениями организации и организациями-партнерами |                           |        |                                   |   |
|                                | Корректировка и утверждение технических заданий и графиков выполнения исследовательских и экспериментальных работ   |                           |        |                                   |   |
|                                | Контроль процедур закупки необходимого технологического, аналитического оборудования и материалов   |                           |        |                                   |   |
|                                | Контроль хода выполнения работ путем рассмотрения промежуточных отчетов   |                           |        |                                   |   |
|                                | Проведение обзорного исследования текущих достижений в области интегральной фотоники  |                           |        |                                   |   |
|                                | Изучение патентов, публикаций и научных работ для выявления актуальных тенденций и пробелов в знаниях   |                           |        |                                   |   |
|                                | Подбор специалистов с необходимыми компетенциями (физики, инженеры, технологи, программисты и тд)   |                           |        |                                   |   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | <p>Определение ролей и обязанностей участников команды</p> <p>Перераспределение ресурсов в случае возникновения риска срыва графика выполнения работ</p> <p>Согласование порядка взаимодействия с организациями – партнерами</p>   |
| Необходимые умения    | <p>Оценивать технические и экономические риски при проведении исследовательских и экспериментальных работ для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Оценивать временные затраты на альтернативные пути решения исследовательских и проектных работ для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Корректировать распределение ресурсов при возникновении риска невыполнения плана проведения работ для обеспечения разработки и производства элементов интегральной фотоники</p> <p>Разрабатывать и применять компьютерные модели конструкций базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники</p> <p>Разрабатывать проекты технологической документации на новые технологические процессы и модули производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС</p> <p>Формировать конкурсную документацию на разработку новых элементов интегральной фотоники и/или ФИС и технологий их изготовления</p>  |
| Необходимые знания    | <p>Принципы и методы управления проектами</p> <p>Нормативная документация и регламенты организации</p> <p>Принципы и методы управления трудовыми коллективами</p> <p>Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники</p> <p>Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники</p> <p>Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов</p> <p>Физические принципы работы элементов интегральной фотоники</p> <p>Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС</p> <p>Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники</p> <p>Возможности оборудования на производстве, основные характеристики технологических операций</p> <p>Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники</p> <p>Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности</p> |
| Другие характеристики | -  |

## 3.5.5 Трудовая функция

|                                |   |   |                           |               |   |   |
|--------------------------------|---|---|---------------------------|---------------|---|---|
| Наименование                   | Формирование технологической базы для производства новых элементов интегральной фотоники  |   | Код                       | E/05.7        | Уровень (подуровень) квалификации                 | 7 |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал  | X | Заимствовано из оригинала |               |   |   |
|                                |   |   |                           | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |   |
| Трудовые действия              | Мониторинг текущего состояния научных исследований и производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС, выявление перспективных конструкций и направлений  |   |                           |               |   |   |
|                                | Изучение и мониторинг потребностей рынка в элементах интегральной фотоники, уровня производства и исследований других организаций в Российской Федерации и за рубежом   |   |                           |               |   |   |
|                                | Разработка рекомендаций по изменению конструкции и технологического маршрута производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС, формирование перечня необходимого для этого технологического и аналитического оборудования |   |                           |               |   |   |
|                                | Компьютерное моделирование технологических маршрутов и процессов изготовления новых элементов интегральной фотоники   |   |                           |               |   |   |
|                                | Разработка проекта технологической документации на новые технологические процессы и модули производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС   |   |                           |               |   |   |
|                                | Формирование конкурсной документации на разработку новых элементов и технологий изготовления интегральной фотоники и/или ФИС  |   |                           |               |   |   |
| Необходимые умения             | Проводить анализ потребностей рынка в новых типах продукции: элементов интегральной фотоники и/или ФИС  |   |                           |               |   |   |
|                                | Проводить анализ рынка технологического и аналитического оборудования, необходимого для обеспечения производства новых элементов интегральной фотоники и/или ФИС  |   |                           |               |   |   |
|                                | Разрабатывать и применять компьютерные модели конструкций базовых технологических операций формирования элементов интегральной фотоники   |   |                           |               |   |   |
|                                | Разрабатывать проекты технологической документации на новые технологические процессы и модули производства элементов интегральной фотоники и/или ФИС  |   |                           |               |   |   |
|                                | Формировать конкурсную документацию на разработку новых элементов интегральной фотоники и/или ФИС и технологий их изготовления  |   |                           |               |   |   |
| Необходимые знания             | Фундаментальные знания в области фотоники: принципы работы оптических систем, лазеров, волоконной оптики  |   |                           |               |   |   |
|                                | Уровень и содержание исследований в области создания новых конструкций и технологий изготовления элементов интегральной фотоники  |   |                           |               |   |   |
|                                | Модели конструкций и технологических операций изготовления элементов интегральной фотоники  |   |                           |               |   |   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
|                       | Базовые технологические процессы и маршруты нанoeлектроники и интегральной фотоники   |
|                       | Методы и маршруты физико-технологического моделирования процессов производства элементов интегральной фотоники и ФИС  |
|                       | Методы моделирования и математические модели элементов интегральной фотоники; преимущества и недостатки методов численного, аналитического и статистического моделирования физических процессов |
|                       | Физические принципы работы элементов интегральной фотоники  |
|                       | Основные свойства материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники и ФИС   |
|                       | Особенности различных технологий формирования слоев материалов, используемых при формировании элементов интегральной фотоники   |
|                       | Возможности оборудования на производстве, основные характеристики технологических операций  |
|                       | Технический английский язык в области микроэлектроники и фотоники   |
|                       | Требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности  |
| Другие характеристики | -   |

## IV Сведения об организациях – разработчиках профессионального стандарта

### 41 Ответственная организация-разработчик

|   |
|---|
| Фонд инфраструктурных и образовательных программ Группы РОСНАНО, город Москва |
| Генеральный директор Тихонов Алексей Никитович                                |

### 42 Наименования организаций-разработчиков

|   |  |
|---|--|
| 1 | ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», город Москва, город Зеленоград |
| 2 | АО «Зеленоградский нанотехнологический центр», город Москва, город Зеленоград  |
| 3 | ООО «НМ-Тех», город Москва, город Зеленоград   |
| 4 | ФГБНУ «Научно-производственный комплекс «Технологический центр», город Москва, город Зеленоград                                |
| 5 | НП «Межотраслевое объединение nanoиндустрии», город Москва   |
| 6 | Совет по профессиональным квалификациям в сфере нанотехнологий и микроэлектроники, город Москва                                |

<sup>1</sup> Общероссийский классификатор занятий

<sup>2</sup> Общероссийский классификатор видов экономической деятельности

<sup>3</sup> Приказ Минтруда России № 988н, Минздрава России № 1420н от 31 декабря 2020 г «Об утверждении перечня вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные медицинские осмотры при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры» (зарегистрировано в Минюсте России 29 января 2021 г № 62278)

<sup>4</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2021 г № 2464 «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда»

<sup>5</sup> Приказ МЧС России от 18 ноября 2021 г № 806 «Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности» (зарегистрировано в Минюсте России 25 ноября 2021 г № 65974)

<sup>6</sup> Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих

<sup>7</sup> Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов

<sup>8</sup> Общероссийский классификатор специальностей по образованию